

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-162059

(P2000-162059A)

(43) 公開日 平成12年6月16日 (2000.6.16)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テームト* (参考)
G 0 1 L 3/10		C 0 1 L 3/10	F 3 D 0 3 2
B 6 2 D 5/04		B 6 2 D 5/04	3 D 0 3 3
6/00		6/00	
// B 6 2 D 119:00			

審査請求 未請求 請求項の数 1 F D (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平10-349305

(22) 出願日 平成10年11月25日 (1998. 11. 25)

(71) 出願人 000004204

日本精工株式会社

東京都品川区大崎1丁目6番3号

(72) 発明者 力石 一穂

群馬県前橋市島羽町78番地 日本精工株式会社内

F ターム (参考) 3D032 CC30 CC48 DA15 DC11 EA01

EB11 EC23 GG01

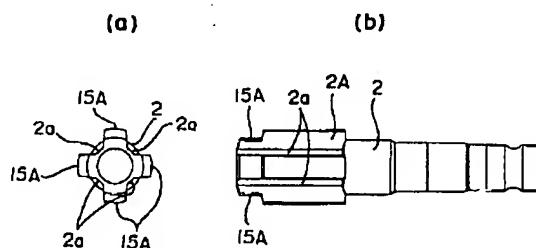
3D033 CA04 CA16 CA28

(54) 【発明の名称】 トルクセンサ

(57) 【要約】

【課題】 製造コストを低減したい。

【解決手段】 トルクを検出するための溝2aの個数、幅及び周方向位置と、ストッパを構成するための凸部15A同士間の凹部の個数、幅及び周方向位置とを、一致させる。つまり、溝2aを、大径部2Aだけではなく、入力軸2aの先端にまで延長し、その溝2aの延長した部分の間を凸部15Aとする。換言すれば、入力軸2の大径部2Aと、入力軸2の凸部15Aが形成された先端部とは、凸部15Aの高さが大径部2Aの高さよりも一段低くなっていることを除いて、その横断面形状を、図6(a)に示すように丁度重なり合うようにする。このように溝2aと凸部15A同士間の凹部とを整合させれば、結果として、溝2a同士間の凸部の個数、幅及び周方向位置と、凸部15Aの個数、幅及び周方向位置とも一致するようになる。そして、溝2aと凸部15Aとを、冷間鍛造の一回のプレス工程で同時に形成する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 同軸に配設された第1及び第2の回転軸をトーションバーを介して連結するとともに、前記第1の回転軸の外周面を包囲する円筒部材を、前記第2の回転軸と回転方向に一体とし、前記第1の回転軸の少なくとも前記円筒部材に包囲された被包囲部には軸方向に延びる溝を複数形成し、前記円筒部材には前記第1の回転軸との相対回転位置に応じて前記溝との重なり具合が変化するように窓を形成し、前記窓と前記溝との重なり状態に基づいてトルクを検出するようになっており、前記第1の回転軸の前記第2の回転軸側端部の外周面に形成された径方向に突出する複数の凸部と、前記第2の回転軸の端面に形成された複数の凹部とを嵌め合わせることで、前記第1及び第2の回転軸の相対回転角度を所定角度範囲内に規制するためのストッパを構成しているトルクセンサにおいて、前記軸方向に延びる溝の個数、幅及び周方向位置と、前記凸部同士間の凹部の個数、幅及び周方向位置とを、一致させたことを特徴とするトルクセンサ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、回転軸に発生するトルクを検出するトルクセンサに関し、特に、製造コストの低減を図ったものである。

【0002】

【従来の技術】この種の従来の技術としては、例えば本出願人が先に提案した特開平8-240491号公報に開示されたものがある。かかる公報に開示されたトルクセンサは、同軸に配設された第1及び第2の回転軸をトーションバーを介して連結するとともに、導電性で且つ非磁性の材料からなる円筒部材を、前記第1の回転軸の外周面を包囲するように、前記第2の回転軸と回転方向に一体とし、前記第1の回転軸の少なくとも前記円筒部材に包囲された被包囲部を磁性材料で形成し、前記被包囲部に軸方向に延びる溝を形成し、前記円筒部材には、前記第1の回転軸との間の相対回転位置に応じて前記溝との重なり具合が変化するように窓を形成し、そして、前記円筒部材の前記窓が形成された部分を包囲するようにコイルを配設し、そのコイルのインダクタンスに基づいてトルクを検出するようになっており、これにより、簡易な構造で高精度のトルク検出が行え、しかも装置の小型化も図られるという効果が得られる。

【0003】さらに、上記のようなトルクセンサを例えば車両の電動パワーステアリング装置用のトルクセンサに適用する場合に、第1及び第2の回転軸の相対回転角度を所定角度範囲内に規制することが必要であり、そのためのストッパをトルクセンサ内に構成している。かかるストッパは、一方の回転軸の端部外周面に形成された径方向に突出する凸部（オスストッパ）と、他方の回転軸の端面に形成され前記凸部より若干幅広の凹部（メス

ストッパ）とで構成することができる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】確かに、上記公報に開示された従来のトルクセンサであれば、上記のような効果を奏することができる。しかしながら、上記のような形式のトルクセンサの場合、回転軸に、トルクを検出するための軸方向に延びる溝と、オスストッパとしての凸部との両方を形成する必要がある、従来はそれら溝及び凸部を別々の工程で形成していたため、製造コストが高むという問題点があった。

【0005】本発明は、このような従来の技術が有する解決すべき課題に着目してなされたものであって、回転軸に軸方向に延びる溝とストッパのための凸部とを形成するようになっていない形式で、製造コストが低減できるトルクセンサを提供することを目的としている。

【0006】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明は、同軸に配設された第1及び第2の回転軸をトーションバーを介して連結するとともに、前記第1の回転軸の外周面を包囲する円筒部材を、前記第2の回転軸と回転方向に一体とし、前記第1の回転軸の少なくとも前記円筒部材に包囲された被包囲部には軸方向に延びる溝を複数形成し、前記円筒部材には前記第1の回転軸との相対回転位置に応じて前記溝との重なり具合が変化するように窓を形成し、前記窓と前記溝との重なり状態に基づいてトルクを検出するようになっており、前記第1の回転軸の前記第2の回転軸側端部の外周面に形成された径方向に突出する複数の凸部と、前記第2の回転軸の端面に形成された複数の凹部とを嵌め合わせることで、前記第1及び第2の回転軸の相対回転角度を所定角度範囲内に規制するためのストッパを構成しているトルクセンサにおいて、前記軸方向に延びる溝の個数、幅及び周方向位置と、前記凸部同士間の凹部の個数、幅及び周方向位置とを、一致させた。

【0007】より望ましくは、第1の回転軸の軸方向に延びる溝が形成された部分と、第1の回転軸のストッパのための凸部が形成された部分とは、軸方向に延びる溝同士間の凸部とストッパのための凸部との高さが異なることは構わないが、それ以外の横断面形状を等しくする。

【0008】そして、前記軸方向に延びる溝と前記凸部とは、一回の冷間鍛造により同時に形成することが望ましく、そうすれば、加工工数が少なくて製造コストの低減に寄与できる。また、前記第2の回転軸の前記円筒部材を固定する側の端部外周面に、軸方向に延びる複数の軸方向溝と、周方向に連続した周方向溝とを形成し、前記円筒部材の内周面には、前記複数の軸方向溝のそれぞれに嵌合する複数の突起を形成し、前記軸方向溝に前記突起を嵌合することにより、前記円筒部材の前記第2の回転軸に対する相対回転を防止し、前記円筒部材

の前記周方向溝に外嵌する部分をかしめることにより、前記円筒部材の前記第2の回転軸に対する軸方向への相対変位を防止することが望ましい。

【0009】さらに、第1の回転軸に形成される軸方向に延びる溝とストッパ用の凸部とを上記のように一回の冷間鍛造で同時に作り込み、且つ、円筒部材の第2の回転軸への固定を上記のような軸方向溝や周方向溝を利用した構造とすることが、より望ましく、かかる場合、各部材の組立時に、第1の回転軸と第2の回転軸とをストッパ中立位置に合わせて組み合わせるとともに、第2の回転軸の軸方向溝に突起を嵌合させることにより円筒部材の周方向の位置決めを行えば、円筒部材と第2の回転軸との組立位相も保証されるようになる。これに対し、円筒部材を第2の回転軸に圧入するような構成では、第1の回転軸と第2の回転軸とを組み合わせる後に、第1の回転軸と円筒部材との位相合わせを行いつつ、円筒部材を第2の回転軸に圧入しなければならず、組立工程が煩雑でありコストアップの一因となる。

【0010】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。図1乃至図7は本発明の一実施の形態を示す図であって、この実施の形態は、本発明に係るトルクセンサを、車両の電動パワーステアリング装置に適用したものであり、図1は操舵系の要部を示す縦断面図である。

【0011】まず、構成を説明すると、上側ハウジング1A及び下側ハウジング1Bからなるハウジング1内には、トーションバー4を介して連結された入力軸2及び出力軸3が、軸受5a、5b及び5cによって回転自在に支持されている。これら入力軸2、出力軸3及びトーションバー4は、同軸に配設されていて、トーションバー4の上端側は入力軸2内に深く入り込んだ位置においてその入力軸2にピン結合されて回転方向に一体となっており、また、トーションバー4の下端側は出力軸3にスプライン結合されて回転方向に一体となっている。入力軸2及び出力軸3は鉄等の磁性材料から形成されている。

【0012】そして、入力軸2の上端部には、図示しない自在継ぎ手やステアリングシャフト等を介してステアリングホイールが回転方向に一体に取り付けられており、また、出力軸3の下端部にはピニオン軸3aが一体に形成されていて、ピニオン軸3aはラック軸6に噛合している。これらピニオン軸3a及びラック軸6は、公知のラックアンドピニオン式ステアリング装置を構成するものであり、従って、運転者がステアリングホイールを操舵することにより発生した操舵力は、入力軸2、トーションバー4、出力軸3及びラックアンドピニオン式ステアリング装置を介して、図示しない転舵輪に伝達される。

【0013】さらに、出力軸3には、これと同軸に且つ

一体に回転するウォームホイール7が外嵌し、このウォームホイール7の樹脂製の噛合部7aと、電動モータ8の出力軸8a外周面に形成されたウォーム8bとが噛み合っている。従って、電動モータ8の回転力は、その出力軸8a、ウォーム8b及びウォームホイール7を介して出力軸3に伝達されるようになっており、電動モータ8の回転力及び回転方向を適宜制御することにより、出力軸3に適切な操舵補助トルクを付与できるようになっている。

【0014】そして、図1並びに入力軸2、出力軸3（端部のみ）及びトーションバー4を各別に分解した状態の斜視図である図2に示すように、入力軸2の出力軸3に近接した部分の外周面には、入力軸2と同軸の大径部2Aが形成されていて、この大径部2Aの外周面に近接してこれを包囲するように、肉薄の円筒部材10が配設されている。

【0015】即ち、円筒部材10は、導電性で且つ非磁性の材料（例えば、アルミニウム）から形成され、その下端部が、出力軸3の入力軸2側端部外周面に固定されている。具体的には、出力軸3端部の図2とは異なる方向からの斜視図である図3、出力軸3端部の断面図である図4(a)、及びトーションバー4及び円筒部材10を固定した状態での断面図である図5に示すように、出力軸3の入力軸2側端部には、大径部3Aが形成されていて、その大径部3Aの外周面には、軸方向に延びる複数（この例では、4本）の軸方向溝11と、周方向に連続した周方向溝12とが形成されている。なお、図4

(b)は同(a)のA方向矢視図であり、同(a)は同(b)のB-B線断面図に相当する。また、図5(a)は同(b)のC-C線断面図に相当する。

【0016】そして、各軸方向溝11は、互いに周方向に等間隔（90度）離れて、大径部3Aの両端部間に渡って形成されており、また、周方向溝12は、円筒部材10を固定した際にその円筒部材10の端部が位置する付近に形成されている。一方、円筒部材10の内周面には、その下端部から若干張り込んだ位置に、複数（この例では、4つ）の半球状の突起13が形成されている。これら突起13の個数及び形成位置は出力軸3の軸方向溝11に対応して、従って、突起13は、互いに周方向に等間隔（90度）離れている。また、突起13の高さは、軸方向溝11の深さと同程度である。

【0017】そして、円筒部材10を大径部3Aに固定する際には、その突起13を軸方向溝11に嵌合させることにより、円筒部材10の出力軸3に対する周方向の位置決めを行い、それから円筒部材10を押し込み、その端部を周方向溝12に近接させ、その状態で円筒部材10端部を内側にかしめて周方向溝12に食い込ませる。つまり、出力軸3に対する円筒部材10の周方向位置は、軸方向溝11に突起13が嵌合することにより固定され、出力軸3に対する円筒部材10の軸方向位置

は、その端部が周方向溝12に食い込むことにより固定されている。

【0018】また、出力軸3の入力軸2側端部には、トーションバー4とのスプライン結合用のスプライン孔3Bが同軸に形成されるとともに、そのスプライン孔3Bの端面側内周面には、メスストップ14が形成されている。メスストップ14は、図4に詳細に図示されるように、内周面が径方向外側に凹んだ四つの凹部14Aを有する十字形の孔である。

【0019】そして、メスストップ14に対応して、入力軸2の端部には、オスストップ15が形成されている。オスストップ15は、図2に詳細に図示されるように、外周面が径方向外側に突出した四つの凸部15Aを有する十字形の軸であって、各凸部15Aの周方向の幅は、凹部14Aの周方向の幅よりも若干小さくなっている。これにより、入力軸2及び出力軸3間の相対回転を所定角度範囲(±5度程度)に規制するようになっている。

【0020】一方、円筒部材10の組立後に大径部2Aを包囲する部分には、突起13から遠い側に、周方向に等間隔離隔した長方形の複数の窓10aが形成され、突起13に近い側に、窓10a、…、10aと位相が180度ずれるように、周方向に等間隔離隔した長方形の複数の窓10bが形成されている。

【0021】これに対し、入力軸2の大径部2Aには、軸方向に延びる複数の溝2aが等間隔に形成されていて、溝2aの本数と、窓10a、10bのそれぞれの個数とは等しくなっている。そして、入力軸2と出力軸3との間に相対回転が生じていないとき(操舵トルクが零のとき)に、各溝2aの幅方向中心と、窓10aの幅方向中心との位相が90度となるように位置し、各溝2aの幅方向中心と、窓10bの幅方向中心との位相が逆方向に90度となるように位置するようになっている。

【0022】つまり、入力軸2、出力軸3、トーションバー4及び円筒部材10を組み立てる際に、溝2aと窓10a、10bとの重なり具合が上述のようになるように、入力軸2と円筒部材10との位相合わせを行うことが必要なのであるが、円筒部材10は出力軸3に固定されるものであり、入力軸2及び出力軸3はトーションバー4を介して結合されるものであるため、各部の位相関係を以下のように決定する。

【0023】まず、操舵トルクが零の際には、入力軸2に形成されたオスストップ15と、出力軸3に形成されたメスストップ14とが中立位置で組み合わされる。つまり凹部14Aの中央部に凸部15Aが位置すればよいのであるから、オスストップ15の各凸部15Aの周方向位置を入力軸2の各部位の位相を考える際の基準とし、メスストップ14の各凹部14Aの周方向位置を出力軸3の各部位の位相を考える際の基準とする。

【0024】そこで、入力軸2に関しては、大径部2A

に形成される溝2a、…、2aの周方向位置を、凸部15Aを基準に決定する。これに対し、出力軸3に関しては、大径部3Aの外周面に形成される軸方向溝11、…、11の周方向位置を、凹部14Aを基準に決定する。

【0025】さらに、円筒部材10に関しては、各窓10a、…、10a、10b、…、10bの周方向位置を、突起13を基準に決定する。このように各部位の周方向位置を決定すれば、組み立てる際には特に円筒部材の位相合わせをしなくても、各溝2a、…、2aと、各窓10a、…、10a、10b、…、10bとの位相関係は、ストップの中立合わせを行うことで上記のようになる。

【0026】そして、そのような位相関係を確実に得るためには、各部の加工精度が極めて重要である。そこで、本実施の形態では、入力軸2に関しては、溝2aやオスストップ15を冷間鍛造により入力軸2と一体に形成するとともに、出力軸3に関しては、溝11を冷間鍛造により出力軸3と一体に形成することとしている。

【0027】さらに、入力軸2aに形成される溝2aやオスストップ15は、一回の冷間鍛造により同時に作り込むことが望ましい。そこで、本実施の形態では、図2及び図6に示すように、溝2aの個数、幅及び周方向位置と、凸部15A同士間の凹部の個数、幅及び周方向位置とを、一致させている。つまり、溝2aを、大径部2Aだけではなく、入力軸2の先端にまで延長し、その溝2aの延長した部分の間を凸部15Aとしているのである。換言すれば、入力軸2の大径部2Aと、入力軸2の凸部15Aが形成された先端部とは、凸部15Aの高さが大径部2Aの高さよりも低くなっていることを除いては、その横断面形状は、図6(a)に示すように丁度重なり合うようになっている。このように溝2aと凸部15A同士間の凹部とを整合させれば、結果として、溝2a同士間の凸部の個数、幅及び周方向位置と、凸部15Aの個数、幅及び周方向位置とも一致するようになる。

【0028】そして、かかる構成であれば、溝2aと凸部15Aとを、冷間鍛造の一回のプレス工程で同時に形成することができ、コスト低減が図られる。因みに、溝2aの本数が例えば八本で、凸部15Aの個数が四個のような場合には、上記のように形状を整合することができないから、オスストップをプレス1工程で製造し、その後、溝2aを転造で形成し、さらにその後、プレスで矯正して製造しているので、複数回の工程が必要であったし、オスストップと溝2aとが別工程で製造されるので、相互の位相ズレを零とすることは困難であった。

【0029】図1に戻って、上側ハウジング1Aの内側には、円筒部材10を包囲するように、同一規格のコイル20A、20Bが巻き付けられたボビンを内周側に支持する磁性材料からなるヨーク30が固定されている。

但し、コイル20A、20Bは円筒部材10と同軸になっていて、一方のコイル20Aは、円筒部材10の窓10a、…、10aが形成された部分を包囲し、他方のコイル20Bは、円筒部材10の窓10b、…、10bが形成された部分を包囲している。

【0030】ここで、コイル20A及び20Bの外周面及び両端面を覆う鉄製のヨーク30の構成について説明する。なお、コイル20A及び20Bは別々のヨーク30によって覆われているが、その構成は同等であるため、コイル20A側についてのみ説明する。

【0031】即ち、図7(a)はヨーク30の断面図、図7(b)はヨーク30の正面図である。なお、図7(a)は図7(b)のD-D線断面図に相当する。これら図7(a)、(b)に示すように、ヨーク30は、ボビン31に巻き付けられたコイル20Aの外周面及び一方の端面を覆う断面L字形のリング部材30Aと、コイル20Aの他方の端面を覆う断面方形のリング部材30Bと、から構成されている。そして、リング部材30Aのコイル20Aの外周面を覆う部分は、リング部材30Bの外周面をも覆うようになっていて、これにより、コイル20Aの外周面及び両端面の全体がヨーク30で覆われるようになっている。

【0032】ただし、リング部材30Aのリング部材30Bを覆う部分には、三つの切欠き32A、32B及び32Cが、周方向に等間隔(つまり120度間隔)に形成されている。なお、各切欠き32A～32Cは、コイル20Aの外周面に若干重なるような寸法に形成されていて、そのうちの一つの切欠き32Aに嵌まり込むように、リング部材30Bの外周面にプラスチック等の不導体からなる端子保持部材33が固定されている。そして、その端子保持部材33の径方向外側を向く面には、二つの端子20a、20aが先端側を径方向外側に向けて固定されており、一方の端子20aの基端側はコイル20Aの一方の端部に接続され、他方の端子20aの基端側はコイル20Aの他方の端部に接続されている。かかる構成により、コイル20Aの両端部が、ヨーク30の外部に引き出されている。

【0033】また、切欠き32B及び32Cは、切欠き32Aと同寸法ではあるが、特にこれら切欠き32B、32Cに対応して端子保持部材等は設けられていない。従って、切欠き32B及び32Cが形成されている部分は、コイルボビン31の一部が露出していることになる。

【0034】なお、切欠き32A～32Cの個数は、本実施の形態では計三個であるが、これは、溝2aの個数と所定の関係を満足するように決定する。具体的には、切欠き32A～32Cの個数と、溝2aの個数とが、1以外の公約数を持たないような関係にする。本実施の形態の場合、切欠き32A～32Cの個数は三個で、溝2aの個数が四個であるから、その関係を満足している。

【0035】そして、コイル20Bに対応した他方のヨーク30も図7に示したものと同等の構成であって、両者は、図1に示すように、リング部材30B同士が当接し、且つ、端子保持部材33同士が重なるように突き合わせた状態で、ハウジング1内に配設されている。

【0036】さらに、計4本の各端子20aの先端は、ハウジング1を貫通してセンサケース21内に至っており、コイル20A及び20Bの各端部は、それら各端子20aを介して、センサケース21内に収容された基板22に接続されていて、基板22上には、図示しないモータ制御回路が構成されている。モータ制御回路の具体的な構成は本発明の要旨ではないため、詳細には説明しないが、例えば上記特開平8-240491号公報に開示されるように、所定周波数の交流電流をコイル20A、20Bに供給する発振部と、コイル20Aの自己誘導起電力を整流及び平滑して出力する第1整流平滑回路と、コイル20Bの自己誘導起電力を整流及び平滑して出力する第2整流平滑回路と、第1、第2整流平滑回路の出力の差を増幅して出力する差動アンプと、差動アンプの出力から高周波ノイズを除去するノイズ除去フィルタと、ノイズ除去フィルタの出力に基づいて入力軸2及び円筒部材10の相対回転変位の方向及び大きさを演算しその結果に例えば所定の比例定数を乗じて操舵系に発生している操舵トルクを求めるトルク演算部と、トルク演算部の演算結果に基づいて操舵トルクを軽減する操舵補助トルクが発生するような駆動電流を電動モータ8に供給するモータ駆動部と、を備えて構成することができる。

【0037】次に、本実施の形態の動作を説明する。今、操舵系が直進状態にあり、操舵トルクが零であるものとする、入力軸2及び出力軸3間には相対回転は生じない。従って、入力軸2と円筒部材10との間にも相対回転は生じない。

【0038】これに対し、ステアリングホイールを操舵して入力軸2に回転力が生じると、その回転力は、トーションバー4を介して出力軸3に伝達される。このとき、出力軸3には、転舵輪及び路面間の摩擦力やラックアンドピニオン式ステアリング装置のギアの噛み合い等の摩擦力に応じた抵抗力が生じるため、入力軸2及び出力軸3間には、トーションバー4が捩じれることによって出力軸3が遅れる相対回転が発生し、入力軸2及び円筒部材10間にも相対回転が生じる。そして、その相対回転の方向及び量は、ステアリングホイールの操舵方向や発生している操舵トルクに応じて決まってくる。

【0039】入力軸2及び円筒部材10間に相対回転が生じると、溝2aと、窓10a、…、10a、10b、…、10bとの重なり具合が当初の状態から変化するし、溝10a、…、10aと溝10b、…、10bとの位相関係を上記のように設定しているため、溝2aと窓10a、…、10aとの重なり具合と、溝2aと窓10

b, ..., 10bとの重なり具合とは、互いに逆方向に変化する。

【0040】その結果、入力軸2及び円筒部材10間の相対回転に応じて、コイル20Aの自己インダクタンスと、コイル20Bの自己インダクタンスとは、互いに逆方向に変化するから、それらコイル20A、20Bの自己誘導起電力も互いに逆方向に変化するようになる。よって、コイル20A、20Bの自己誘導起電力の差を求めると、その差は、操舵トルクの方角及び大きさに従ってリニアに変化するようになる。その一方で、温度等による自己インダクタンスの変化は、モータ制御回路内の差動アンプにおいてキャンセルされる。

【0041】そして、モータ制御回路内のトルク演算部が、差動アンプの出力に基づいて操舵トルクを求め、モータ駆動部が、その操舵トルクの方角及び大きさに応じた駆動電流を電動モータ8に供給する。すると、電動モータには、操舵系に発生している操舵トルクの方角及び大きさに応じた回転力が発生し、その回転力がウォーム8b及びウォームホイール7を介して出力軸3に伝達されるから、出力軸3に操舵補助トルクが付与されたことになり、操舵トルクが減少し、運転者の負担が軽減される。

【0042】そして、本実施の形態では、出力軸3の端部に、複数の軸方向溝11と、周方向溝12とを形成し、軸方向溝11に円筒部材10の突起13を嵌合させ、円筒部材10の端部をかしめて周方向溝12に食い込ませているため、鉄製の出力軸3とアルミニウム製の円筒部材10という材料の異なる部材間であっても、熱膨張係数の違いなどに起因して保持力が低減するようなこともない。このため、円筒部材10の出力軸3に対する相対的な周方向位置や軸方向位置が当初の状態からずれ、それがトルク検出値に含まれてしまう可能性を大幅に低減できるのである。よって、安全性の点から高い信頼性が必要な電動式パワーステアリング装置用のトルクセンサとして、極めて好適である。

【0043】また、本実施の形態では、溝2a及びオスストッパ15を冷間鍛造により入力軸2と一体に形成するとともに、軸方向溝11を冷間鍛造により出力軸3と一体に形成しているため、組立時の位相合わせが容易であり、製造コストの低減に寄与できるという利点もある。

【0044】しかも、溝2a及び凸部15Aの関係を上述のように整合させ、それら溝2a及び凸部15Aを、一回の冷間鍛造により同時に作り込んでいるため、入力軸2自体の製造コストも、大幅に低減できるという利点もある。さらに、本実施の形態にあっては、コイル20A、20Bを内側に抱え込むヨーク30、コイル20A、20Bの端子を外に取り出すための切欠き32Aの他に、切欠き32B、32Cを形成するとともに、それら切欠き32A～32Cの形成位置を互いに周方向に

120度ずつずらしているため、各切欠き32A～32Cによって生じるコイル20A、20B内側の磁界の不均一性に伴う各コイル20A、20Bのインピーダンス変化が低減するようになっている。

【0045】即ち、本実施の形態では、上述のように溝2aと窓10a、10bとの重なり具合の変化によってコイル20A、20Bのインピーダンスが変化するようにしているが、それら溝2aと窓10a、10bとの組が周方向に四つ存在するため、例えば切欠き32Aによるコイル20A、20B内側の磁束の不均一性によって、出力軸3が一回転する度に、トルクと無関係なインピーダンス変化が四つの波として現れることになる。

【0046】しかし、コイル20A、20B内側の磁束の不均一性に伴うトルクと無関係なインピーダンス変化は、切欠き32Bによっても生じるし、切欠き32Cによっても生じる。このため、各切欠き32A～32Cによるトルクと無関係なインピーダンス変化は、それら切欠き32A～32Cの個数や形成位置を適宜選定することにより、強め合うことになったり、逆に弱め合うことになったりする。

【0047】仮に、ヨーク30に、切欠き32Aの他に、これから180度ずれた位置に同寸法の切欠きを一つだけ形成したとすると、溝2aと窓10a、10bとの組み合わせが周方向に等間隔に四つ存在するため、それら二つの切欠きによるインピーダンス変化は同じタイミングで発生してしまう。このため、インピーダンス変化は互いに強め合ってしまう。

【0048】これに対し、本実施の形態のように、三つの切欠き32A～32Cが形成されていると、溝2aと窓10a、10bとの組み合わせが周方向に等間隔に四つ存在するため、例えば切欠き32Aと各溝2aとの位置関係に対して、切欠き32Bと各溝2aとの位置関係は $2\pi/3$ だけ位相が遅れ、切欠き32Cと各溝2aとの位置関係は $4\pi/3$ だけ位相が遅れることになる。このため、各切欠き32A～32Cによるトルクに無関係なインピーダンス変化は、互いに弱め合うようになるから、結果としてインピーダンス変化が大幅に低減されるのである。

【0049】ここで、本実施の形態では、入力軸2が第1の回転軸に対応し、出力軸3が第2の回転軸に対応する。なお、上記実施の形態では、本発明に係るトルクセンサを車両用の電動式パワーステアリング装置に適用した場合について説明したが、これに限定されるものではなく、他の用途のトルクセンサであっても、本発明は当然に適用することができる。

【0050】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、トルクを検出するために第1の回転軸に設けた軸方向に延びる溝の個数、幅及び周方向位置と、ストッパを構成する為に第1の回転軸に設けた凸部同士間の凹部の個

数、幅及び周方向位置とを、一致させたため、それら軸方向に延びる溝と凸部とを一回の冷間鍛造により同時に作り込むことができ、製造コストを低減できるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施の形態の全体構成を示す縦断面図である。

【図2】実施の形態の要部を構成する各部材の斜視図である。

【図3】出力軸端部の図2とは異なる方向からの斜視図である。

【図4】出力軸端部の構成を示す図である。

【図5】トーションバーを組み込んだ状態での出力軸端部の構成を示す図である。

【図6】入力軸の構成を示す図である。

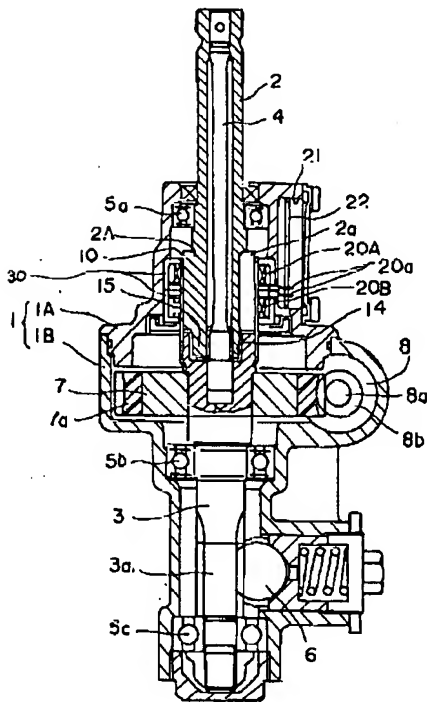
【図7】コイルを収容したヨークの構成を示す図であ

る。

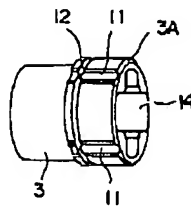
【符号の説明】

- | | |
|-----|-------------|
| 1 | ハウジング |
| 2 | 入力軸（第1の回転軸） |
| 2A | 大径部 |
| 2a | 溝（軸方向に延びる溝） |
| 3 | 出力軸（第2の回転軸） |
| 4 | トーションバー |
| 10 | 円筒部材 |
| 11 | 縦方向溝 |
| 12 | 周方向溝 |
| 13 | 突起 |
| 14 | メスストッパ |
| 14A | 凹部 |
| 15 | オスストッパ |
| 15A | 凸部 |

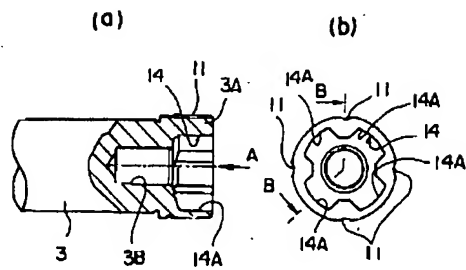
【図1】



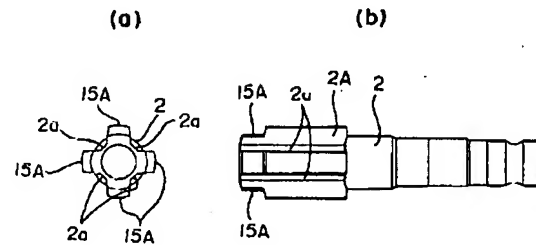
【図3】



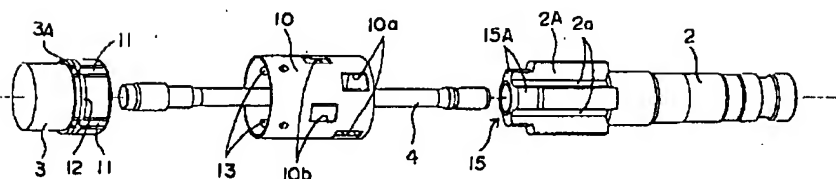
【図4】



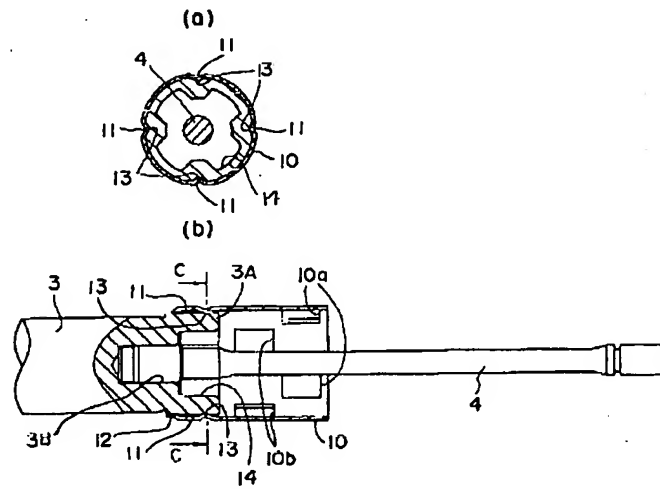
【図6】



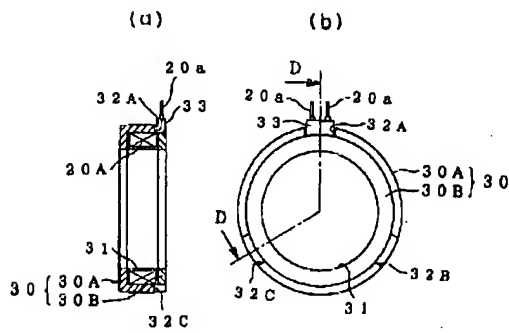
【図2】



【図5】



【図7】



* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention aims at reduction of a manufacturing cost especially about the torque sensor which detects the torque generated in a revolving shaft.

[0002]

[Description of the Prior Art] There are some which were indicated as this kind of a Prior art by JP,8-240491,A which these people proposed previously, for example. While the torque sensor indicated by this official report connects the 1st and 2nd revolving shafts arranged in the same axle through a torsion bar spring The cylinder member which consists of a conductive and nonmagnetic ingredient so that the peripheral face of said 1st revolving shaft may be surrounded Consider as one and the surrounded section of said 1st revolving shaft surrounded by said cylinder member at least is formed in said the 2nd revolving shaft and hand of cut with a magnetic material. The slot which extends in shaft orientations is formed in said surrounded section. To said cylinder member An aperture is formed. the phase pair of observations between said 1st revolving shaft -- so that lap condition with said slot may change according to a translocation A coil is arranged so that the part in which said aperture of said cylinder member was formed may be surrounded, torque is detected based on the inductance of the coil, highly precise torque detection can be performed with simple structure by this, and the effectiveness that the miniaturization of equipment is moreover also attained is acquired.

[0003] Furthermore, when applying the above torque sensors to the torque sensor for the electric power-steering equipments of a car, it is required to regulate whenever [angular strain / of the 1st and 2nd revolving shafts] to predetermined include-angle within the limits, and the stopper for it is constituted in a torque sensor. This stopper is formed in the end face of the heights (male stopper) which project in the direction of a path formed in the edge outside peripheral surface of one revolving shaft, and the revolving shaft of another side, and can consist of said heights a little in a broad crevice (Metz Stoppa).

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] To be sure, the above effectiveness can be done so if it is the conventional torque sensor indicated by the above-mentioned official report. However, since both the slot which extends in the shaft orientations for detecting torque to a revolving shaft in the case of the above torque sensors of a format, and the heights as a male stopper needed to be formed and these slots and heights were conventionally formed at the separate process, there was a trouble that a manufacturing cost increased.

[0005] This invention is made paying attention to the technical problem which such a Prior art has and which should be solved, is the format which forms the slot which extends in a revolving shaft at shaft orientations, and the heights for a stopper, and aims at offering the torque sensor which can reduce a manufacturing cost.

[0006]

[Means for Solving the Problem] In order to attain the above-mentioned purpose, while this invention connects the 1st and 2nd revolving shafts arranged in the same axle through a torsion bar spring The cylinder member which surrounds the peripheral face of said 1st revolving shaft is made into one in said the 2nd revolving shaft and hand of cut. Two or more slots which extend in shaft orientations are formed in the surrounded section of said 1st revolving shaft surrounded by said cylinder member at least. An aperture is formed so that lap condition with said slot may change to said cylinder member according to a relative rotation location with said 1st revolving shaft. Two or more heights which project in the direction of a path which detected torque based on the lap condition of said aperture and said slot, and was formed in the peripheral face of said 2nd revolving-shaft side edge section of said 1st revolving shaft, By inserting in two or more crevices formed in the end face of said 2nd revolving shaft In the torque sensor which constitutes the stopper for regulating whenever [angular strain / of said 1st and 2nd revolving shafts] to predetermined include-angle within the limits, the number of the slot which extends in said shaft orientations, width of face and the hoop direction location, and

the number, the width of face and the hoop direction location of the crevice between said heights were made in agreement.

[0007] Although the part in which the slot which extends in the shaft orientations of the 1st revolving shaft was formed more desirably, and the part in which the heights for the stopper of the 1st revolving shaft were formed do not care about that the height of the heights between the slots prolonged in shaft orientations and the heights for a stopper differs, they make the other cross-section configuration equal.

[0008] And as for the slot which extends in said shaft orientations, and said heights, it is desirable to form in coincidence with one cold forging, then a processing man day decreases and it can contribute to reduction of a manufacturing cost. Two or more shaft-orientations slots which extend in shaft orientations, and the hoop direction slot which continued in the hoop direction are formed in the edge outside peripheral surface of the side which fixes said cylinder member of said 2nd revolving shaft. Moreover, to the inner skin of said cylinder member By forming two or more projections which fit into each of two or more of said shaft-orientations slots, and fitting said projection into said shaft-orientations slot It is desirable to prevent the relative displacement to the shaft orientations over said 2nd revolving shaft of said cylinder member by preventing the relative rotation to said 2nd revolving shaft of said cylinder member, and closing the part attached outside said hoop direction slot of said cylinder member.

[0009] Furthermore, the slot which extends in the shaft orientations formed in the 1st revolving shaft, and the heights for stoppers are made to coincidence with one cold forging as mentioned above. And the thing for which immobilization in the 2nd revolving shaft of a cylinder member is made into the structure using the above shaft-orientations slots or a hoop direction slot While it is more desirable and combining the 1st revolving shaft and 2nd revolving shaft according to a stopper center valve position at the time of the assembly of each part material in this case If the hoop direction of a cylinder member is positioned by making the shaft-orientations slot of the 2nd revolving shaft carry out fitting of the projection, the assembly phase of a cylinder member and the 2nd revolving shaft will also come to be guaranteed. On the other hand, with a configuration which presses a cylinder member fit in the 2nd revolving shaft, performing phase doubling of the 1st revolving shaft and a cylinder member, after combining the 1st revolving shaft and 2nd revolving shaft, a cylinder member must be pressed fit in the 2nd revolving shaft, it is as complicated as an erector and it becomes the cause of a cost rise.

[0010]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the gestalt of operation of this invention is explained based on a drawing.

Drawing 1 thru/or drawing 7 are drawings showing the gestalt of 1 operation of this invention, the gestalt of this operation applies the torque sensor concerning this invention to the electric power-steering equipment of a car, and drawing 1 is drawing of longitudinal section showing the important section of a steering system.

[0011] First, if a configuration is explained, in the housing 1 which consists of top housing 1A and bottom housing 1B, the input shaft 2 and output shaft 3 which were connected through the torsion bar spring 4 are supported by Bearing 5a, 5b, and 5c free [rotation]. These input shafts 2, the output shaft 3, and the torsion bar spring 4 are arranged in the same axle, in the location which entered deeply in the input shaft 2, pin association is carried out at the input shaft 2, the upper limit side of a torsion bar spring 4 is united in the hand of cut, and spline association is carried out at an output shaft 3, and the lower limit side of a torsion bar spring 4 is united in the hand of cut. The input shaft 2 and the output shaft 3 are formed from magnetic materials, such as iron.

[0012] And the steering wheel is attached in the hand of cut at one through a universal joint, a steering shaft, etc. which are not illustrated in the upper limit section of an input shaft 2, and pinion shaft 3a is formed in the lower limit section of an output shaft 3 at one, and the pinion shaft has got into gear on the rack shaft 6. The control force generated when these pinions shaft 3a and the rack shaft 6 constitute a well-known rack-and-pinion type steering system and an operator steered [therefore] a steering wheel is transmitted to the steering wheel which is not illustrated through an input shaft 2, a torsion bar spring 4, an output shaft 3, and a rack-and-pinion type steering system.

[0013] furthermore -- an output shaft 3 -- this and the same axle -- and the worm gear 7 which rotates to one was attached outside, and worm 8b formed in the output-shaft 8a peripheral face of an electric motor 8 has geared with engagement section 7a made of the resin of this worm gear 7. Therefore, the turning effort of an electric motor 8 can give now the suitable steering auxiliary torque for an output shaft 3 by being transmitted to an output shaft 3 through output-shaft 8a, worm 8b, and a worm gear 7, and controlling suitably the turning effort and the hand of cut of an electric motor 8.

[0014] And as shown in drawing 2 which is a perspective view in the condition of having disassembled the input shaft 2, the output shaft 3 (only edge), and the torsion bar spring 4 into the drawing 1 list at each **, the cylinder member 10 of closing in is arranged by the peripheral face of the part close to the output shaft 3 of an input shaft 2 so that major diameter 2A of an input shaft 2 and the same axle may be formed, the peripheral face of this major diameter 2A may be approached and this may be surrounded.

[0015] That is, the cylinder member 10 is formed from a conductive and nonmagnetic ingredient (for example,

aluminum), and the lower limit section is being fixed to the input-shaft 2 side-edge section peripheral face of an output shaft 3. As shown in drawing 5 which is a sectional view in the condition of having fixed drawing 4 (a) which is the sectional view of drawing 3 and output-shaft 3 edge whose drawing 2 of output-shaft 3 edge is a perspective view from a different direction, the torsion bar spring 4, and the cylinder member 10, specifically Major diameter 3A is formed in the input-shaft 2 side-edge section of an output shaft 3, and the shaft-orientations slot 11 on the plurality (this example 4) which extends in shaft orientations, and the hoop direction slot 12 which followed the hoop direction are formed in the peripheral face of that major diameter 3A at it. In addition, drawing 4 (b) is the direction view Fig. of A of ** (a), and ** (a) is equivalent to the B-B line sectional view of ** (b). Moreover, drawing 5 (a) is equivalent to the C-C line sectional view of ** (b).

[0016] And each shaft-orientations slot 11 of each other is left regular intervals (90 degrees) to a hoop direction, and it is formed over between the both ends of major diameter 3A, and when the hoop direction slot 12 fixes the cylinder member 10, it is formed in the neighborhood in which the edge of the cylinder member 10 is located. On the other hand, the projection 13 of the shape of a semi-sphere of plurality (this example four) is formed in the location watch for was kept from that lower limit section a little to the inner skin of the cylinder member 10. The number and the formation location of these projections 13 support the shaft-orientations slot 11 of an output shaft 3, therefore it is mutually separated from the projection 13 regular intervals (90 degrees) to the hoop direction. Moreover, the height of projection 13 is comparable as the depth of the shaft-orientations slot 11.

[0017] And in case the cylinder member 10 is fixed to major diameter 3A, position the hoop direction to the output shaft 3 of the cylinder member 10, and push in the cylinder member 10, the edge is made to approach the hoop direction slot 12, and cylinder member 10 edge is made to eat away inside in total in the condition in the hoop direction slot 12 by making the shaft-orientations slot 11 carry out fitting of the projection 13. That is, the hoop direction location of the cylinder member 10 to an output shaft 3 is fixed when projection 13 fits into the shaft-orientations slot 11, and the shaft-orientations location of the cylinder member 10 to an output shaft 3 is being fixed when the edge eats into the hoop direction slot 12.

[0018] Moreover, while spline hole 3B for spline association with a torsion bar spring 4 is formed in the same axle at the input-shaft 2 side-edge section of an output shaft 3, Metz Stoppa 14 is formed in the end-face side inner skin of the spline hole 3B. Metz Stoppa 14 is the hole of the cross-joint form where it has four crevice 14A to which inner skin was dented on the direction outside of a path, as illustrated by drawing 4 at a detail.

[0019] And the male stopper 15 is formed in the edge of an input shaft 2 corresponding to Metz Stoppa 14. A peripheral face is the shaft of the cross-joint form where it has four heights 15A projected on the direction outside of a path, the width of face of the hoop direction of each heights 15A is small a little rather than the width of face of the hoop direction of crevice 14A, and, thereby, the male stopper 15 regulates the relative rotation between an input shaft 2 and an output shaft 3 in the predetermined include-angle range (about **5 times) so that it may be illustrated by drawing 2 at a detail.

[0020] On the other hand, two or more aperture 10a of the rectangle which carried out regular-intervals isolation is formed in a hoop direction at a side far from projection 13, and two or more aperture 10b of the rectangle which carried out regular-intervals isolation is formed in the hoop direction at the part which surrounds major diameter 2A after the assembly of the cylinder member 10 so that Apertures 10a, --, 10a and a phase may shift to the side near projection 13 180 degrees.

[0021] On the other hand, two or more slot 2a prolonged in shaft orientations is formed at equal intervals, and the number of slot 2a and each number of Apertures 10a and 10b are equal at major diameter 2A of an input shaft 2. And when relative rotation has not arisen between the input shaft 2 and the output shaft 3, it is located so that the phase of the crosswise core of each slot 2a and the crosswise core of aperture 10a may become 90 degrees (when steering torque is zero), and it is located so that the phase of the crosswise core of each slot 2a and the crosswise core of aperture 10b may become 90 degrees to hard flow.

[0022] That is, although it is required to perform phase doubling of an input shaft 2 and the cylinder member 10 so that the lap condition of slot 2a and Apertures 10a and 10b may be as mentioned above in case an input shaft 2, an output shaft 3, a torsion bar spring 4, and the cylinder member 10 are assembled It is fixed to an output shaft 3, and since an input shaft 2 and an output shaft 3 are what is combined through a torsion bar spring 4, the cylinder member 10 determines the phase relation of each part as follows.

[0023] First, the male stopper 15 formed in the input shaft 2 when steering torque was zero, Metz Stoppa 14 formed in the output shaft 3 is put together in a center valve position. That is, since heights 15A should just be located in the center section of crevice 14A Make the hoop direction location of each heights 15A of the male stopper 15 into the criteria at the time of considering the phase like each part of an input shaft 2, and let the hoop direction location of each crevice 14A of Metz Stoppa 14 be the criteria at the time of considering the phase like each part of an output shaft 3.

[0024] Then, about an input shaft 2, the hoop direction location of the slots 2a, --, 2a formed in major diameter 2A is

determined on the basis of heights 15A. On the other hand, about an output shaft 3, the hoop direction location of the shaft-orientations slots 11, --, 11 formed in the peripheral face of major diameter 3A is determined on the basis of crevice 14A.

[0025] Furthermore, about the cylinder member 10, each apertures 10a, --, 10a and the hoop direction location of 10b, --, 10b are determined on the basis of projection 13. Thus, even if it will not carry out phase doubling of a cylinder member especially in case it assembles if the hoop direction location like each part is determined, the phase relation between each apertures 10a, --, 10a, and 10b, --, 10b is as mentioned above by performing neutral doubling of a stopper. [each slots 2a, --, 2a, and]

[0026] And in order to obtain such phase relation certainly, the process tolerance of each part is very important. So, with the gestalt of this operation, while forming slot 2a and the male stopper 15 in an input shaft 2 and one with cold forging about an input shaft 2, about the output shaft 3, it is supposed that a slot 11 is formed in an output shaft 3 and one with cold forging.

[0027] Furthermore, as for slot 2a formed in input-shaft 2a, or the male stopper 15, it is desirable to make to coincidence with one cold forging. Then, as shown in drawing 2 and drawing 6, the number of slot 2a, width of face and the hoop direction location, and the number, the width of face and the hoop direction location of the crevice between heights 15A are made in agreement with the gestalt of this operation. That is, between the parts into which slot 2a was extended even at the tip of not only major diameter 2A but the input shaft 2, and the slot 2a extended it is set to heights 15A. If it puts in another way and the point in which major diameter 2A of an input shaft 2 and heights 15A of an input shaft 2 were formed will remove that the height of heights 15A has become lower than the height of major diameter 2A, the cross-section configurations overlap exactly, as shown in drawing 6 (a). Thus, if slot 2a and the crevice between heights 15A are adjusted, it comes to be in agreement also with the number of the heights between slot 2a, width of face and a hoop direction location, and the number of heights 15A, width of face and a hoop direction location as a result.

[0028] And if it is this configuration, slot 2a and heights 15A can be formed in coincidence at 1 time of the press process of cold forging, and cost reduction will be planned. Incidentally, by eight, when the number of heights 15A is four pieces, the number of slot 2a Since a configuration cannot be adjusted as mentioned above, manufacture a male stopper at press 1 process, form slot 2a by rolling after that, and since it is setting right and manufacturing with a press further after that The process of multiple times was required, and since a male stopper and slot 2a were manufactured at another process, it was difficult to make mutual phase gap into zero.

[0029] It returns to drawing 1, and inside top housing 1A, York 30 which consists of a magnetic material which supports the bobbin with which the coils 20A and 20B of the same specification were twisted to an inner circumference side is being fixed so that the cylinder member 10 may be surrounded. However, Coils 20A and 20B are the cylinder member 10 and the same axle, one coil 20A surrounds the part in which the apertures 10a, --, 10a of the cylinder member 10 were formed, and coil 20B of another side is surrounding the part in which the apertures 10b, --, 10b of the cylinder member 10 were formed.

[0030] Here, the peripheral face and both-ends side of Coils 20A and 20B are explained about the configuration of York 30 of wrap iron. In addition, although Coils 20A and 20B are covered with separate York 30, since the configuration is equivalent, only the coil 20A side is explained.

[0031] That is, drawing 7 (a) is the sectional view of York 30, and drawing 7 (b) is the front view of York 30. In addition, drawing 7 (a) is equivalent to D-D line sectional view of drawing 7 (b). the peripheral face of coil 20A by which York 30 was twisted around the bobbin 31 as shown in these drawing 7 (a) and (b), and one end face -- the other-end side of ring member 30A of a wrap cross-section L typeface, and coil 20A -- ring member 30B of a wrap cross-section rectangle -- since -- it is constituted. And in the peripheral face of coil 20A of ring member 30A, a wrap part also covers the peripheral face of ring member 30B, and, thereby, the peripheral face of coil 20A and the whole both-ends side are covered in York 30.

[0032] However, three notches 32A, 32B, and 32C are formed in the hoop direction at equal intervals (that is, 120-degree spacing) in ring member 30B of ring member 30A at the wrap part. In addition, each notches 32A-32C are formed in a dimension which laps with the peripheral face of coil 20A a little, and the terminal attachment component 33 which becomes the peripheral face of ring member 30B from nonconductors, such as plastics, is being fixed so that it may fit into one notch 32A of them. And two terminals 20a and 20a turn a tip side to the direction outside of a path, and are being fixed by the field it turns [field] to the direction outside of a path of the terminal attachment component 33, the end face side of one terminal 20a is connected to one edge of coil 20A, and the end face side of other-end child 20a is connected to the other-end section of coil 20A. The both ends of coil 20A are pulled out to the exterior of York 30 by this configuration.

[0033] Moreover, although notches 32B and 32C are notch 32A and this dimension, the terminal attachment component etc. is not prepared especially corresponding to these notches 32B and 32C. Therefore, some coil bobbins 31 will have

exposed the part in which notches 32B and 32C are formed.

[0034] In addition, although the number of notches 32A-32C is three in total with the gestalt of this operation, it determines that this will satisfy the number of slot 2a, and predetermined relation. Specifically, the number of notches 32A-32C and the number of slot 2a make it relation which does not have any common divisors other than one. In the case of the gestalt of this operation, the number of notches 32A-32C is three pieces, and since the number of slot 2a is four pieces, the relation has been satisfied.

[0035] And it is a configuration equivalent to what also showed York 30 of another side corresponding to coil 20B to drawing 7, and ring member 30B contacts and both are arranged in housing 1 in the condition of having compared so that terminal attachment component 33 comrades might lap, as shown in drawing 1.

[0036] Furthermore, a total of four tips of each terminal 20a penetrated housing 1, and it has resulted in the sensor case 21, and each edge of Coils 20A and 20B is connected to the substrate 22 held in the sensor case 21 through each [these] terminal 20a, and the motor control circuit which is not illustrated is constituted on the substrate 22. Since the concrete configuration of a motor control circuit is not the summary of this invention, do not explain to a detail, but so that it may be indicated by above-mentioned JP,8-240491,A, for example The oscillation section which supplies the alternating current of predetermined frequency to Coils 20A and 20B, The 1st rectification smoothing circuit which rectifies and carries out smooth and outputs the self-induction electromotive force of coil 20A, The 2nd rectification smoothing circuit which rectifies and carries out smooth and outputs the self-induction electromotive force of coil 20B, The differential amplifier which amplifies and outputs the difference of the output of the 1st and 2nd rectification smoothing circuit, The noise rejection filter which removes a RF noise from the output of the differential amplifier, the output of a noise rejection filter -- being based -- relative rotation of an input shaft 2 and the cylinder member 10 -- the direction and magnitude of a variation rate -- calculating -- the result -- for example, with the torque operation part which searches for the steering torque which multiplied by the predetermined proportionality constant and has been generated in the steering system The motorised section which supplies a drive current which the steering auxiliary torque which mitigates steering torque based on the result of an operation of torque operation part generates to an electric motor 8 can be had and constituted.

[0037] Next, actuation of the gestalt of this operation is explained. Now, a steering system is in a rectilinear-propagation condition, and if steering torque shall be zero, relative rotation will not be produced between an input shaft 2 and an output shaft 3. Therefore, relative rotation is not produced between an input shaft 2 and the cylinder member 10.

[0038] On the other hand, if a steering wheel is steered and turning effort arises in an input shaft 2, the turning effort will be transmitted to an output shaft 3 through a torsion bar spring 4. Since the drag force according to frictional force, such as frictional force between a steering wheel and a road surface and engagement of the gear of a rack-and-pinion type steering system, arises in an output shaft 3 at this time, the relative rotation which is in an output shaft 3 between an input shaft 2 and an output shaft 3 when a torsion bar spring 4 is twisted occurs, and relative rotation arises also between an input shaft 2 and the cylinder member 10. And the direction and amount of the relative rotation are decided according to the steering direction and the generated steering torque of a steering wheel.

[0039] When relative rotation arises between an input shaft 2 and the cylinder member 10, slot 2a and Apertures 10a, --, 10a, Since the lap condition with 10b, --, 10b changed from the original condition and has set up the phase relation between Slots 10a, --, 10a and Slots 10b, --, 10b as mentioned above, The lap condition of slot 2a and Apertures 10a, --, 10a and the lap condition of slot 2a and Apertures 10b, --, 10b change to hard flow mutually.

[0040] Consequently, since the self-inductance of coil 20A and the self-inductance of coil 20B change to hard flow mutually according to the relative rotation between an input shaft 2 and the cylinder member 10, the self-induction electromotive force of these coils 20A and 20B also comes to change to hard flow mutually. Therefore, if the difference of the self-induction electromotive force of Coils 20A and 20B is searched for, the difference will come to change to a linear according to the direction and magnitude of steering torque. On the other hand, change of the self-inductance by temperature etc. is canceled in the differential amplifier in a motor control circuit.

[0041] And the torque operation part in a motor control circuit searches for steering torque based on the output of the differential amplifier, and supplies the motorised section's drive current according to the direction and magnitude of the steering torque to an electric motor 8. Then, since the turning effort according to the direction and magnitude of steering torque which have been generated in the steering system occurs and the turning effort is transmitted to an output shaft 3 through worm 8b and a worm gear 7, to an electric motor, it means that steering auxiliary torque was given to the output shaft 3, steering torque decreases, and an operator's burden is mitigated.

[0042] And since form two or more shaft-orientations slots 11 and hoop direction slots 12 in the edge of an output shaft 3, the shaft-orientations slot 11 is made to carry out fitting of the projection 13 of the cylinder member 10 to it and the edge of the cylinder member 10 is made it to eat into the hoop direction slot 12 in total with the gestalt of this operation, Holding power seems to originate in the difference in a coefficient of thermal expansion etc., and not to decrease, even if it is between the members from which an ingredient called the iron output shaft 3 and the cylinder member 10 made from

aluminum differs. For this reason, the relative hoop direction location and shaft-orientations location to an output shaft 3 of the cylinder member 10 shift from the original condition, and possibility that it will be contained in a torque detection value can be reduced sharply. Therefore, high dependability is very suitable as a required torque sensor for electromotive power-steering equipments from the point of safety.

[0043] Moreover, with the gestalt of this operation, since the shaft-orientations slot 11 is formed in an output shaft 3 and one with cold forging while forming slot 2a and the male stopper 15 in an input shaft 2 and one with cold forging, there is also an advantage that phase doubling at the time of assembly is easy, and can contribute to reduction of a manufacturing cost.

[0044] And in order to adjust the relation between slot 2a and heights 15A as mentioned above and to make these slot 2a and heights 15A to coincidence with one cold forging, there are a manufacturing cost of input-shaft 2 the very thing and an advantage that it can decrease sharply. Furthermore, if it is in the gestalt of this operation, while forming the notches 32B and 32C other than notch 32A for taking out outside the terminal of York 30 which holds Coils 20A and 20B inside, and Coils 20A and 20B Since the formation location of these notches 32A-32C is mutually shifted by a unit of 120 degrees to the hoop direction, impedance change of each coils 20A and 20B in accordance with the heterogeneity of the field of coil 20A produced by each notches 32A-32C and 20B inside decreases.

[0045] Namely, although the impedance of Coils 20A and 20B changes with change of the lap condition of slot 2a and Apertures 10a and 10b as mentioned above with the gestalt of this operation Since the group of these slot 2a and Apertures 10a and 10b exists in four hoop directions, an impedance change unrelated to torque whenever an output shaft 3 makes one revolution will appear as four waves with the heterogeneity of the magnetic flux of coil 20A by notch 32A, and 20B inside.

[0046] However, it is generated also by notch 32B and an impedance change unrelated to the torque accompanying the heterogeneity of the magnetic flux of coil 20A and 20B inside is produced also by notch 32C. For this reason, by selecting suitably the number and the formation location of these notches 32A-32C, an impedance change unrelated to the torque by each notches 32A-32C will suit in slight strength, or will be weakened mutually conversely.

[0047] Temporarily, in York 30, since the combination of slot 2a and Apertures 10a and 10b exists in a hoop direction at four regular intervals supposing it forms only one notch of this dimension in the location which shifted 180 degrees from now on besides notch 32A, the impedance change by these two notches will be generated to the same timing. For this reason, impedance change will suit in slight strength mutually.

[0048] On the other hand, if three notches 32A-32C are formed, since the combination of slot 2a and Apertures 10a and 10b exists in a hoop direction like the gestalt of this operation at four regular intervals, For example, to the physical relationship of notch 32A and each slot 2a, as for the physical relationship of notch 32B and each slot 2a, only $2\pi/3$ will be in a phase, and, as for the physical relationship of delay, notch 32C, and each slot 2a, a phase will be only in $4\pi/3$. For this reason, since it comes to weaken an impedance change unrelated to the torque by each notches 32A-32C mutually, impedance change is sharply reduced as a result.

[0049] Here, with the gestalt of this operation, an input shaft 2 is equivalent to the 1st revolving shaft, and an output shaft 3 is equivalent to the 2nd revolving shaft. In addition, although the gestalt of the above-mentioned implementation explained the case where the torque sensor concerning this invention was applied to the electromotive power-steering equipment for cars, even if it is the torque sensor of other applications, naturally this invention is applicable [it is not limited to this, and].

[0050]

[Effect of the Invention] The number, the width of face, and the hoop direction location of the slot which extends in the shaft orientations prepared in the 1st revolving shaft in order to detect torque according to this invention as explained above, Since a stopper was constituted and the number, the width of face, and the hoop direction location of a crevice between the heights prepared in the 1st revolving shaft were made in agreement, the slot and heights which are prolonged in these shaft orientations can be made to coincidence with one cold forging, and it is effective in the ability to reduce a manufacturing cost.